

Centre culturel du Hâ 32

Hommes et espaces: quelles relations ?

La conquête de l'espace maritime

La conquête de l'espace maritime

- Introduction
- Historique de l'industrie Offshore
- Les techniques développées et les connaissances acquises
- La transition énergétique et la « croissance bleue »

La conquête de l'espace maritime

- **Introduction**
- Historique de l'industrie Offshore
- Les techniques développées et les connaissances acquises
- La transition énergétique et la « croissance bleue »

Introduction

- **Les activités marines**
 - Transport des biens et des personnes (depuis toujours)
 - Pêche (depuis aussi longtemps)
 - Plaisance (depuis la fin du 19^{ème} siècle)
 - Exploitation des richesses énergétiques et minières (depuis 1960 environ)

Introduction

Au point de vue industriel, on distingue:

- La construction navale
- Les industries nautiques
- L'industrie « Offshore »

Principalement centrée sur l'exploitation des hydrocarbures en mer

La conquête de l'espace maritime

- Introduction
- **Historique de l'industrie Offshore**
- Les techniques développées et les connaissances acquises
- La transition énergétique et la « croissance bleue »

HISTORIQUE DE L'INDUSTRIE OFFSHORE: 1960-2020

C'est un monde de marins, de géologues et d'ingénieurs.

On pourrait distinguer 4 phases:

- L'Offshore classique, extension en mer de ce que l'on fait à terre
- L'épopée de la mer du Nord, où les conditions de mer difficiles ont nécessité des approches nouvelles
- La conquête des grands fonds: toutes les installations de production sont sur des supports flottants
- Dans le futur, on tend à mettre le plus de systèmes au fond de la mer

L'Offshore classique

- Mers calmes: golfe persique, golfe de Guinée, Sud-Est Asiatique
- Le forage se fait principalement à partir de plateformes autoélevatrices déplaçables
- Les têtes de puits sont aériennes
- La production se fait sur des plateformes supportées par des treillis métalliques fixées au sol par des piles
- L'export du pétrole se fait par oléoducs

Forage par plateforme auto élévatrice



4 février 2021

Jack-up rig

Plateforme de production

(Golfe Persique)



4 février 2021

Central Complex Upper Zakum

L'industrie Offshore en Mer du Nord

- Conséquences du 1^{er} choc pétrolier (1973):
 - L'Europe va rechercher une alternative au pétrole du Moyen Orient
 - Le prix élevé du brut permet de développer des sites difficiles (la vague centenaire y est de 32 m)
- Les installations de forages et de production sont regroupées sur des plateformes fixes de grande taille (sur treillis acier ou plateforme gravitaire en béton)
- L'export du brut se fait par oléoduc

L'industrie Offshore en Mer du Nord



Semi submersible pour le forage des puits
d'exploration

4 février 2021

L'industrie Offshore en Mer du Nord



4 février 2021

Plateforme gravitaire de Ninian Central

L'industrie Offshore en Mer du Nord

L'industrie française se montre particulièrement inventive et truste les premiers contrats grâce à sa vision transversale pour l'architecture des ouvrages.

- UIE: jackets acier
- CFEM: Jack-up et semisub de forage (Pentagone)
- CG Doris, Sea Tank Co: GBS en béton précontraint
- EMH: tours oscillantes
- ETPM: pose des canalisations, soudure hyperbare
- Forex Neptune, Foramer: forages
- COMEX: plongée professionnelle

La conquête des grands fonds

depuis 1995 environ

- Tranche de profondeur d'eau: 200m-2000m
- Afrique de l'Ouest, Sud-Est asiatique, Brésil, Golfe du Mexique, Australie...
- Forage depuis engin flottant en positionnement dynamique (Semi-sub ou bateau)
- Les têtes de puits sont sous-marines
- Barges flottantes de production avec stockage intégré à la coque
- Toutes les interventions sous-marines se font avec des robots (et non plus par plongeurs)

Bateau de forage



4 février 2021

Saipem 10000 drillship

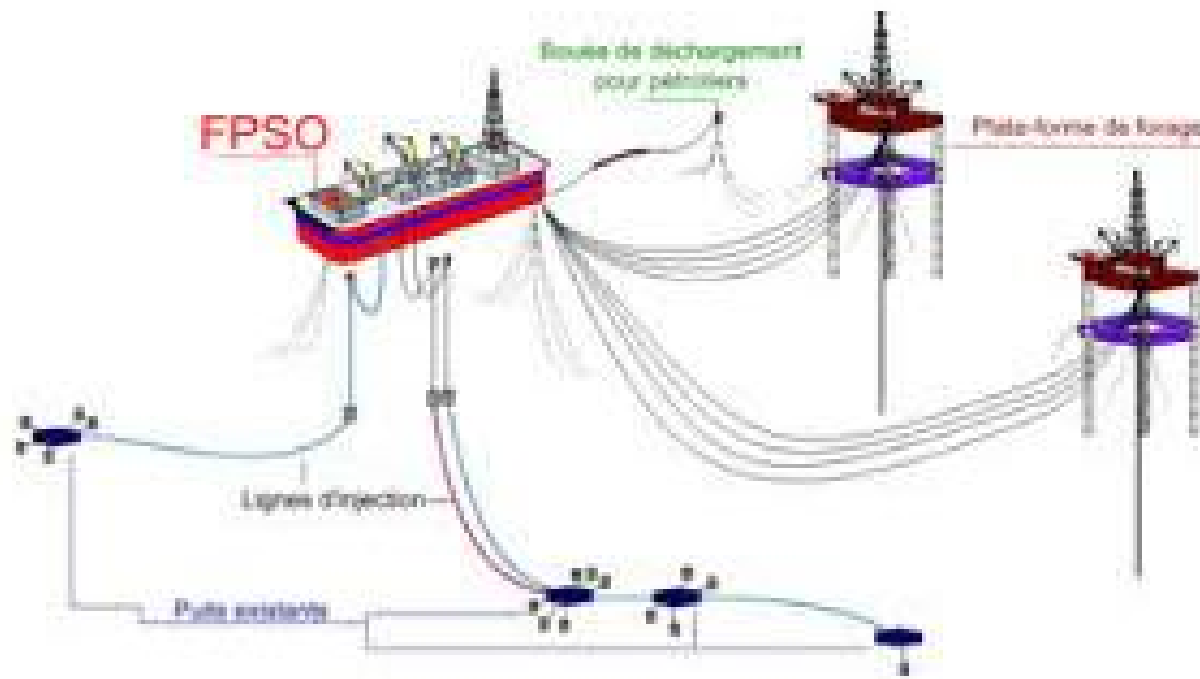
Barge de production et de stockage



4 février 2021

FPSO Girassol

Schéma de production avec FPSO



Barge de liquéfaction de gaz



4 février 2021

Prelude FLNG

Quelques chiffres...

CHAMP	Upper Zakum	Ninian	Girassol	Prelude
Pays	Abu Dhabi	Ecosse	Angola	Australie
Profondeur d'eau	24 m	136 m	1350 m	240 m
Substructure	Treillis acier fixé par piles	Pf gravitaire béton	Coque acier avec stockages de brut	Coque acier avec stockages cryogéniques
Dimensions	375m x 46 m	Ø radier 140m	300m x 60m	488m x 74m
Topside	Production de pétrole	Production de pétrole	Production de pétrole (FPSO)	Liquéfaction de Gaz (FLNG)
Capacité	500 kbopd	150 kbopd	200 kbopd	5,3 MTPA
Dimensions	375m x 46m	80m x 55m	180m x 60m	360m x 70m
Poids		37500 t	25000 t	80000 t
	A titre de comparaison, la tour Eiffel pèse 6000t			
	Un terrain de football fait 105m de long			

Ancrage point unique

Ancrage sur touret avec support des canalisations (risers)



Touret déconnectable



Supports à faible pilonnement

Plateforme crayon (Spar)



Pf à ancrages tendus (TLP)



Tendances pour le futur



4 février 2021

Technologies sous-marines

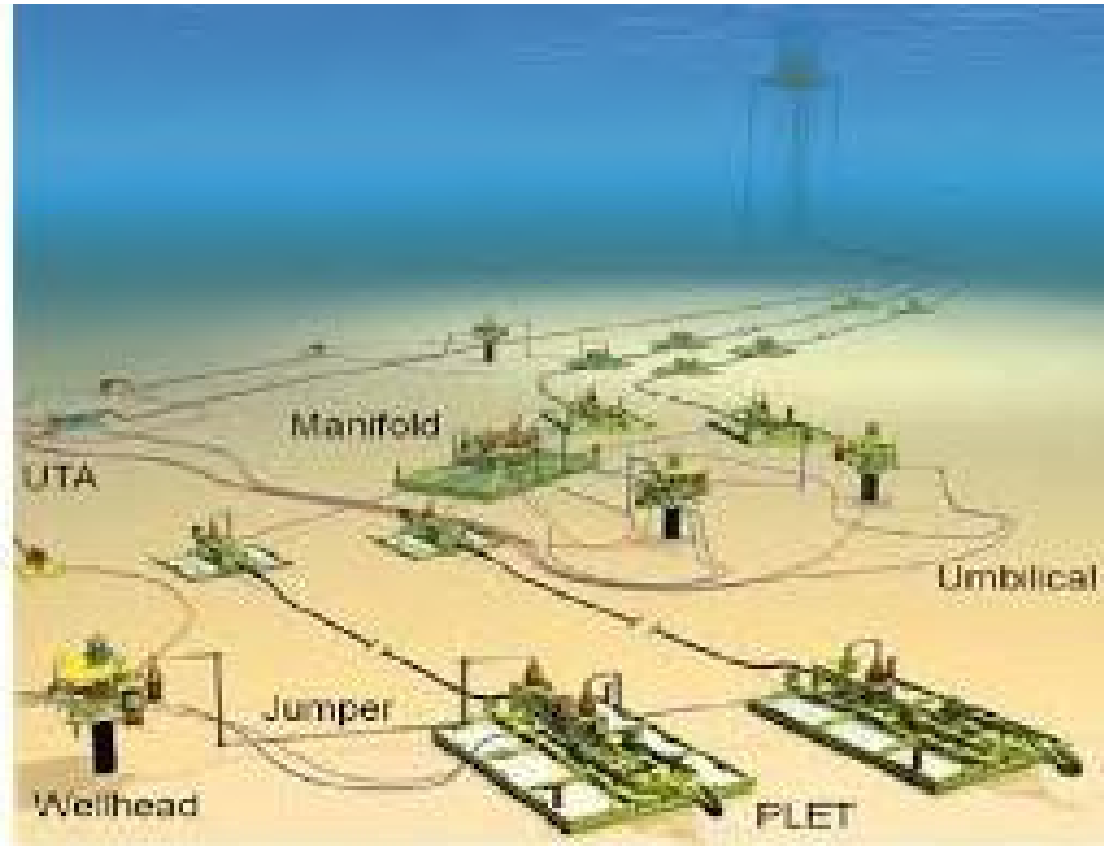
Tête de puits sous-marine



Robot d'intervention



Technologies sous-marines



La conquête de l'espace maritime

- Introduction
- Historique de l'industrie Offshore
- **Les techniques développées et les connaissances acquises**
- La transition énergétique et la « croissance bleue »

Océanographie

- Données météo océaniques:
houle, vents , courants
- Connaissances des sols:
bathymétrie, constitution des sols
- Données sur la tranche d'eau entre fond et surface:
courants, températures, salinités, particules en suspension
- Positionnement précis par satellites

Géophysique marine

(pour la reconnaissance des terrains en profondeur)



4 février 2021

PGS Ram Form Titan

Moyens de levage

Grue portuaire



Grue offshore



4 février 2021

Bigue SHI shipyard

Saipem 7000

Navires spéciaux

Transport de plateforme



Blue Marlim

Navire de pose de canalisations



Saipem FDS2

La conquête de l'espace maritime

- Introduction
- Historique de l'industrie Offshore
- Les techniques développées et les connaissances acquises
- **La transition énergétique et la « croissance bleue »**

La transition énergétique et la « croissance bleue »

Développements potentiels

- Aquaculture, biotechnologies
- Tourisme de croisière
- Richesses minérales (nodules, hydrates)
- Séquestration du carbone
- Energies marines renouvelables (ou EMR)

Séquestration du carbone dans les océans

La mer est un puissant puits à carbone.

- Par dissolution naturelle dans l'eau
- Absorption par le phytoplancton (photosynthèse)
- Mangroves, marais salants, herbiers marins
macro algues, organismes vivants (biocatalyse)
- Stockage géologique (dans le sous-sol): dans des aquifères ou dans les champs déplétés
 - l'injection de CO₂ (en état supercritique) est déjà maîtrisé car pratiqué pour améliorer la récupération du pétrole
 - Plusieurs projets de captage, transport et stockage du CO₂ sont en développement avec l'aide des pouvoirs publics

Energies marines renouvelables

« Réfléchissez au mouvement des vagues, au flux et au reflux, au va-et-vient des marées, l'océan est une immense force perdue »

- Eoliennes (moulins à vent)
- Hydroliennes (moulins à eau)
- Houlo-moteur
- Marée-moteur

Mais aussi:

- Energie thermique des mers (pompes à chaleur)
- Energie osmotique
- Ferme solaire flottante

EOLIENNES EN MER

- Avantages sur les éoliennes terrestres: acceptabilité sociale, rendement
- Déjà une réalité en mer du Nord et en mer Baltique
- L'Europe vise une capacité de 70 GW en 2030
- Peuvent être associées à la production dédiée d'hydrogène (vert) comme stockage d'énergie

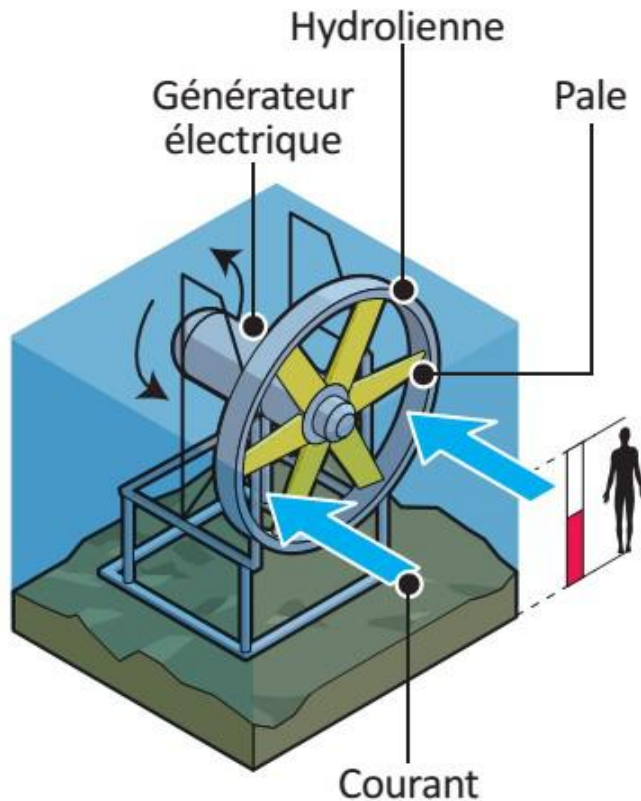
EOLIENNES EN MER

Peuvent être posées ou bien sur support flottant



HYDROLIENNES

Hydrolienne à écoulement libre



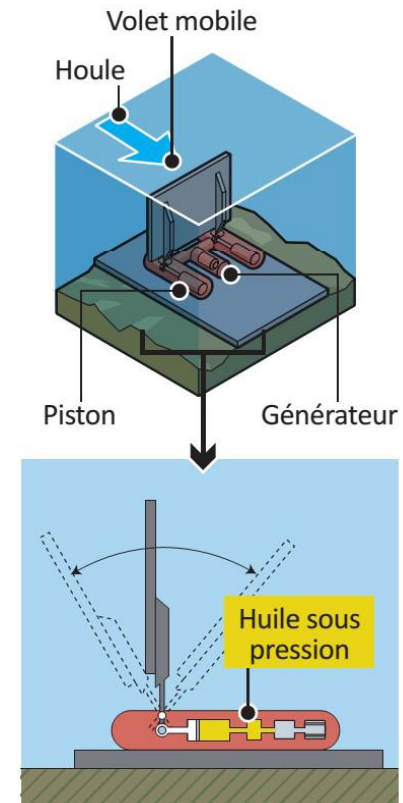
- Le courant doit être fort (2.5 m/s)
- Plusieurs principes en concurrence
- Divers essais ont eu lieu sur la Garonne (au pont de pierre)

HOULO-MOTEUR

Projet Wave Star (Danemark)



Houlo-moteur à oscillateur



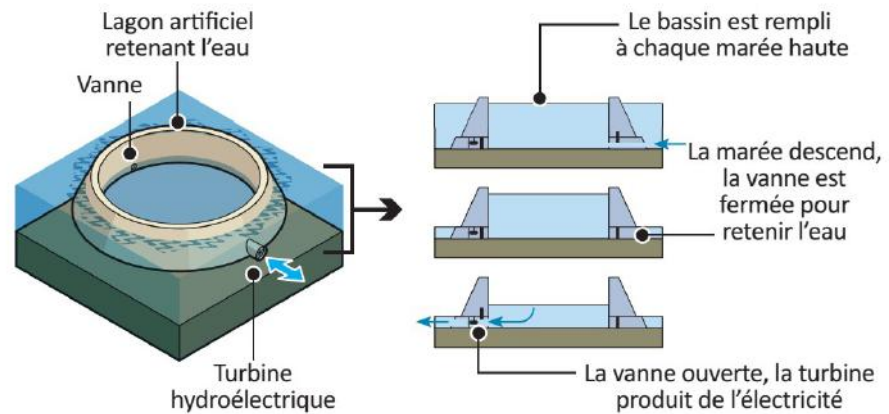
MAREE-MOTEUR

Usine marémotrice de la Rance:

- en service depuis 1966
- 240 MW de capacité

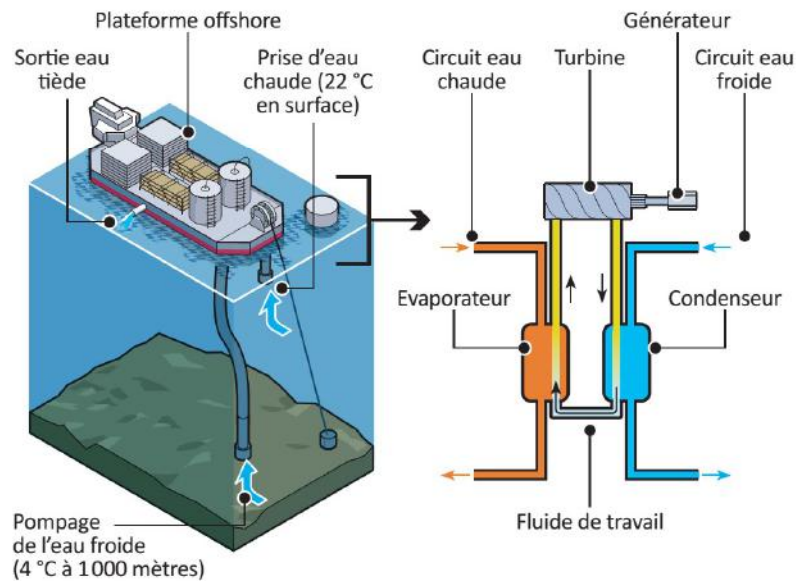


Atoll artificiel



EMR à production continue

**Energie thermique des mers:
1 pilote à la Réunion depuis 2011**



Energie osmotique:

- 1 installation pilote en Norvège
- 1 autre aux Pays-Bas



MERCI DE VOTRE ATTENTION